

Pour une stratégie nationale d'innovation par tous

Josh Feng, Xavier Jaravel et Éléonore Richard^(*)

L'objectif de ce *Focus* est triple : présenter une analyse empirique du vivier de talents inexploités d'individus qui pourraient s'orienter vers les carrières de la science, de l'entrepreneuriat et de l'innovation ; quantifier le manque à gagner pour la productivité et la croissance économique en France en utilisant un modèle de croissance endogène ; formuler des propositions concrètes pour sensibiliser tous les jeunes aux carrières de la science, de l'entrepreneuriat et de l'innovation.

Introduction

Des travaux universitaires montrent qu'il existe dans plusieurs pays un large vivier d'individus qui ont les aptitudes pour se tourner vers les carrières de la science, de l'innovation et de l'entrepreneuriat, et qui pourraient ainsi contribuer à la croissance économique, mais ne le font pas du fait d'un manque d'information et de sensibilisation à ces métiers, lié au milieu dans lequel ils ont passé leur enfance (famille, territoires) (Belle et al. 2019b). Dans ce *Focus*, nous montrons que des tendances similaires sont à l'œuvre en France. À performances scolaires égales, la probabilité de devenir innovateur est 7 fois plus élevée pour un enfant dont les parents sont dans le top 1 % de la distribution des revenus, comparé à ceux en dessous de la médiane. La littérature montre également que les choix en termes de types d'innovations (green tech, fintech, etc.) dépendent également fortement du milieu (Einio *et al.*, 2022).

Pourtant, la politique publique d'innovation en France se saisit très peu du levier de l'« innovation par tous ». Plusieurs leviers d'action opérationnels existent mais ne sont pas encore largement diffusés : des travaux universitaires et plusieurs dispositifs mis en place par des associations ou les pouvoirs publics, en France et à l'étranger, montrent qu'il est possible de contrer l'influence du milieu avec plusieurs leviers, notamment via le mentorat, des ateliers ou des stages. Des travaux académiques montrent l'effet causal de ces initiatives, même lorsqu'elles sont de courte durée (Breda *et al.*, 2021) ; les initiatives les plus efficaces ont pour point commun de cibler les publics avec une sensibilisation moindre (jeunes de quartiers défavorisés, jeunes filles) au collège ou au lycée et de prendre en compte l'importance du phénomène de « *role model* ». Ces leviers permettent de remédier à la crise des vocations pour les métiers de l'innovation en France, dont témoigne la baisse continue du nombre de doctorants depuis 2009.

Ce Focus est publié sous la responsabilité de ses auteurs et n'engage que ceux-ci.

(*) Respectivement : University of Utah, Eccles School of Business ; London School of Economics (LSE) ; Paris School of Economics (PSE).

Pour se saisir de ce levier de « l'innovation par tous », une stratégie nationale est nécessaire. Des initiatives multiples existent aujourd'hui mais leur budget global est faible et il n'existe pas de stratégie nationale pour coordonner et mieux diffuser les programmes les plus efficaces. Dans ce *Focus*, nous estimons qu'un budget annuel de 100 millions d'euros permettrait de structurer une « stratégie nationale d'innovation par tous » afin de mobiliser les talents et d'augmenter la croissance économique de 0,20 point (soit 5 milliards d'euros supplémentaires chaque année à partir de cette date) à horizon 2030.

1. Faits stylisés

1.1. Données

Les données sont issues des enquêtes Génération menées par le Centre d'études et de recherches sur les qualifications (CÉREQ) depuis 1997 et mises à disposition par le Centre d'accès sécurisé aux données (CASD) via le Réseau Quételet. Ces enquêtes sont réalisées tous les trois ans auprès d'un échantillon représentatif de jeunes sortis du système éducatif la même année, quel que soit leur niveau de formation initiale. Ces différentes cohortes ou générations sont ensuite réinterrogées cinq ans et sept ans après l'échantillon, ce qui permet de reconstituer le parcours professionnel des individus en début de carrière. Dans ces données, on dispose d'informations détaillées sur la situation professionnelle des enquêtés au regard de leur parcours scolaire et du niveau de diplôme qu'ils ont obtenu, mais également de certaines informations relatives au milieu social, comme la catégorie socioprofessionnelle et le niveau d'éducation des parents. La mise en parallèle de ces différentes variables est particulièrement utile pour retracer le parcours des individus en fonction de leur origine sociale.

Ce *Focus* utilise principalement les données de suivi à trois ans, parues en 2016, de la génération 2013 qui est la plus récente à avoir été interrogée. Le champ de cette enquête est restreint aux individus de 35 ans ou moins ayant été inscrits dans un établissement de formation en France durant l'année scolaire 2012-2013 et ayant quitté le système éducatif entre octobre 2012 et octobre 2013. Les données à trois ans sont moins sujettes à l'attrition inhérente aux données longitudinales, ce qui permet de maximiser la taille de l'échantillon⁽¹⁾.

1.2. Il existe de grandes disparités dans la propension à se tourner vers les carrières de la science, de l'entrepreneuriat et de l'innovation selon les origines sociales

1.2.1 En fonction du revenu et de l'éducation des parents

En l'absence d'une variable qui détaillerait le revenu exact des parents des enquêtés, l'enquête Génération comporte néanmoins la catégorie socioprofessionnelle des parents des jeunes enquêtés, définie en six postes. La définition de l'origine sociale qui est adoptée dans cette étude s'inspire de Lemistre (2017), qui croise les informations sur la qualification des deux parents afin d'obtenir la nomenclature suivante en quatre postes :

- origine défavorisée (37,97 %) : la qualification la plus élevée du père et de la mère est ouvrier ou employé (qualifié ou non) ;
- origine intermédiaire (30,44 %) : ni le père ni la mère ne sont cadres, mais l'un des deux est profession intermédiaire, technicien, agriculteur, commerçant, artisan ou chef d'entreprise ;
- origine favorisée (18,56 %) : le père, ou la mère, est cadre ;
- origine très favorisée (13,03 %) : le père et la mère sont cadres.

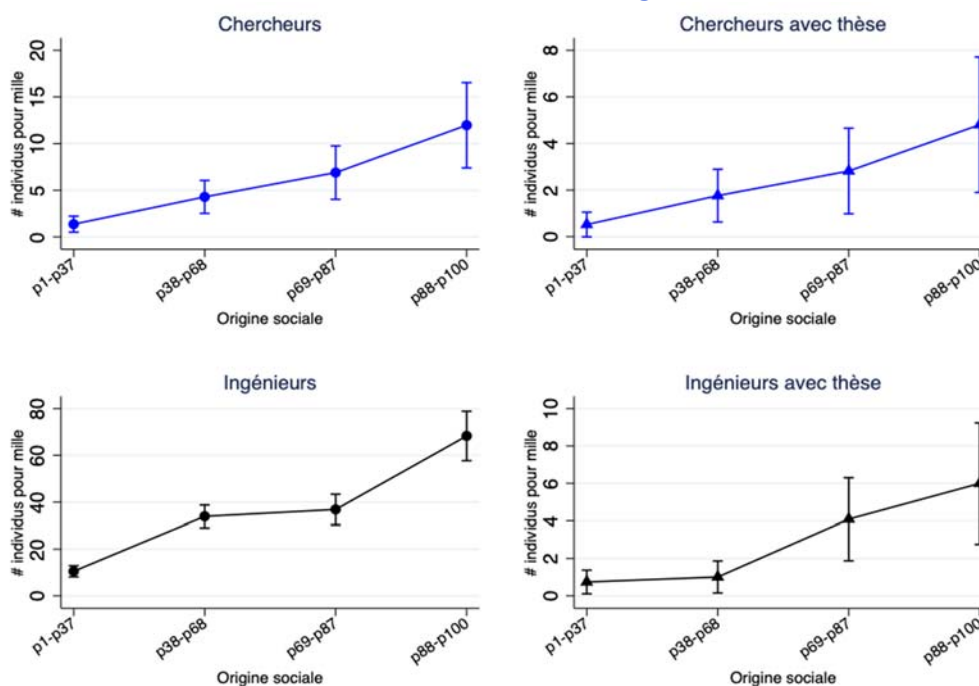
(1) La taille des échantillons varie considérablement en fonction des générations interrogées, d'environ 20 000 jusqu'à 65 000 jeunes (voir les figures 1 et 2 en annexe pour le détail).

Nous calculons le pourcentage de jeunes qui s'orientent vers les carrières de l'innovation, de la science ou de l'entrepreneuriat en fonction de l'origine sociale ainsi définie, et alternativement en fonction du plus haut niveau d'éducation de l'un ou l'autre parent, ce niveau étant également défini en six postes (les résultats sont exposés en annexe, figures A1 et A2).

Afin d'identifier les jeunes qui s'orientent vers les carrières de la science, de l'entrepreneuriat et de l'innovation dans ces données, nous observons la part de jeunes chercheurs et ingénieurs⁽²⁾ dans chaque catégorie d'origine sociale, qu'ils soient titulaires ou non d'une thèse. La figure 1 propose une visualisation de l'évolution de ces taux en fonction de l'origine sociale. La tendance de la relation est à chaque fois croissante, c'est-à-dire que les chercheurs et ingénieurs sont plus nombreux en proportion au sein des milieux aisés. Le gradient de cette tendance varie selon la catégorie observée : tandis que la part des chercheurs provenant d'un milieu très favorisé est six fois supérieure à la part de ceux dont l'origine sociale est défavorisée, pour les ingénieurs le coefficient est seulement de quatre d'un bout à l'autre de la courbe. On observe ainsi que 30 % des chercheurs et 24 % des ingénieurs proviennent d'un milieu très favorisé, alors que ce groupe ne représente que 13 % de la population. La tendance est très similaire lorsqu'on restreint l'échantillon aux individus diplômés d'une thèse.

Nous réitérons ces calculs pour les générations précédentes lorsque les données le permettent (la variable sur la catégorie socioprofessionnelle de la mère n'est pas disponible pour la génération 2007). Les résultats présentés dans la figure 2 montrent que les disparités observées selon le milieu social persistent au cours du temps. Pour les chercheurs, la pente de la relation entre l'accès à cette carrière et l'origine sociale des parents est encore plus importante pour les générations 2004 et 2010, interrogées respectivement en 2007 et en 2013, tandis que la forme de cette relation apparaît convexe. Quant à l'origine sociale des ingénieurs, la relation semble relativement stable au cours du temps. En 2016, on observe relativement moins de chercheurs et d'ingénieurs que les années précédentes.

Figure 1. Part des individus qui deviennent chercheurs ou ingénieurs (avec ou sans thèse) selon l'origine sociale

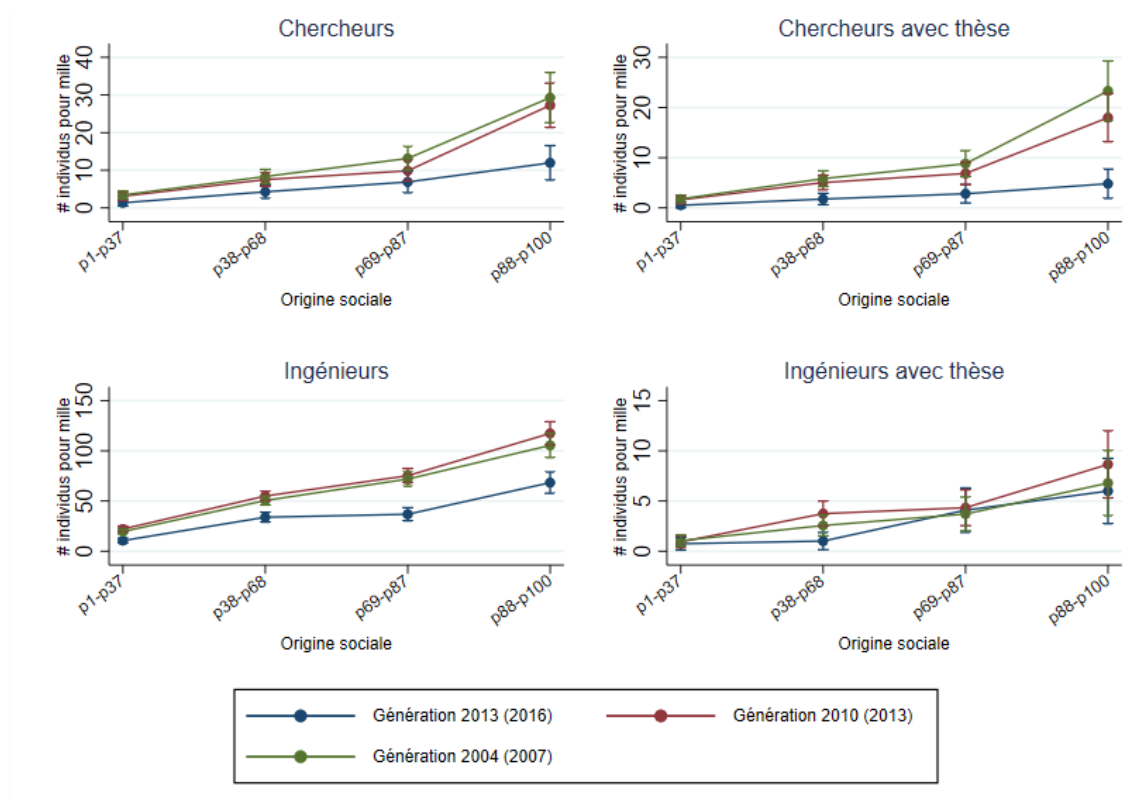


Lecture : Sur mille enquêtés issus d'un milieu défavorisé (p1-p37), 2 individus sont chercheurs et 16 individus sont ingénieurs. Sur mille enquêtés issus d'un milieu très favorisé (p88-p100), 14 sont chercheurs et 85 sont ingénieurs. Puisque la taille des groupes d'origine sociale varie, il convient de multiplier chaque point par le poids relatif du groupe (0,37 pour le groupe le plus défavorisé, ensuite 0,30, 0,18 et 0,12 respectivement) afin d'obtenir le nombre total d'ingénieurs et de chercheurs sur la population entière.

Sources : Enquête CÉREQ 2016 sur la génération 2013 et calculs des auteurs.

(2) Nous les identifions grâce à la catégorie socio-professionnelle à leur première embauche.

Figure 2. Évolution de la part des individus devenant chercheurs ou ingénieurs entre cohortes

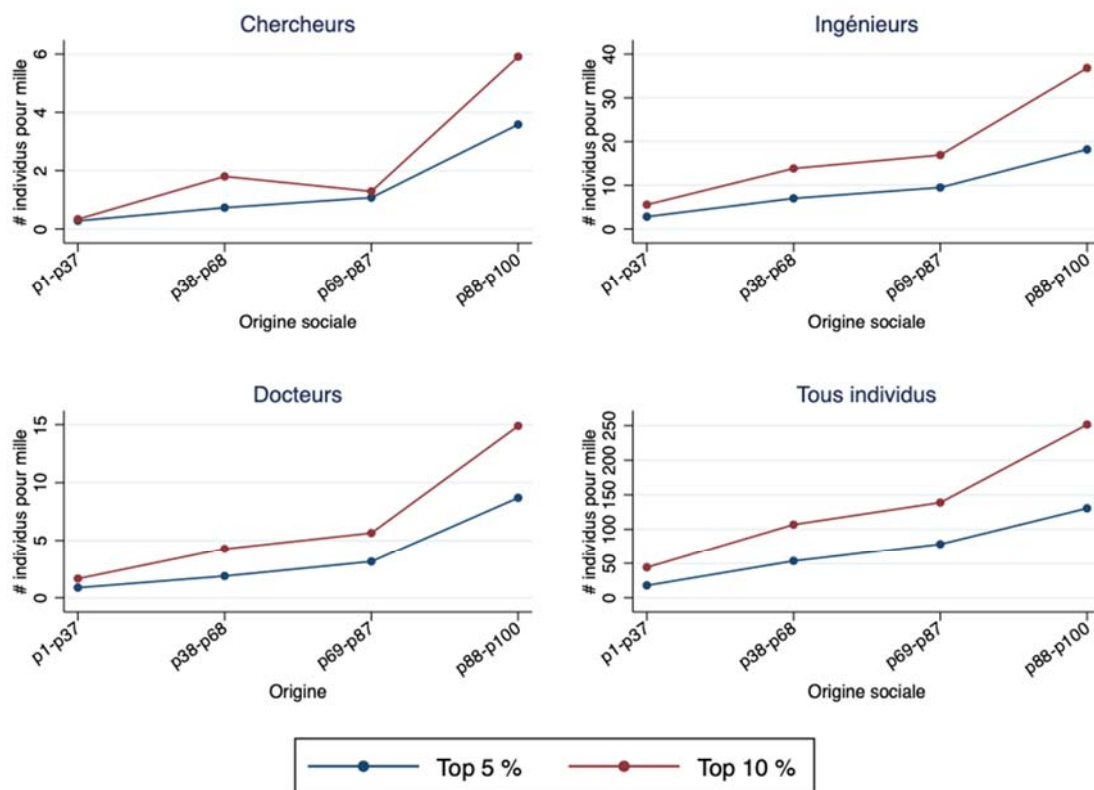


Sources : Enquêtes 2016, 2013 et 2007 sur les générations 2013, 2010 et 2004 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Enfin, ces disparités existent même lorsque l'on se focalise sur les proxys les plus sélectifs. Afin d'identifier les innovateurs les plus performants dans nos données, nous considérons les chercheurs, ingénieurs et docteurs (toutes disciplines confondues) dont le salaire mensuel net actuel appartient au top 10 % et au top 5 % de la distribution des revenus au sein de la cohorte considérée. Les enquêtés étant interrogés trois ans à l'issue de leur formation initiale, il s'agit d'un premier salaire pour environ 20 % d'entre eux. Les individus appartenant au top 10 % de la distribution des revenus disposent d'un salaire mensuel net d'au moins 2 400 euros par mois, tandis que ceux du top 5 % ont un salaire supérieur à 2 700 euros par mois. D'après nos estimations (figure 3), la relation avec le milieu social semble davantage convexe, en particulier pour les enquêtés appartenant au top 10 % de la distribution des revenus. Ces résultats sont également persistants au cours du temps, comme le montre la figure A3 en annexe pour les trois dernières générations interrogées.

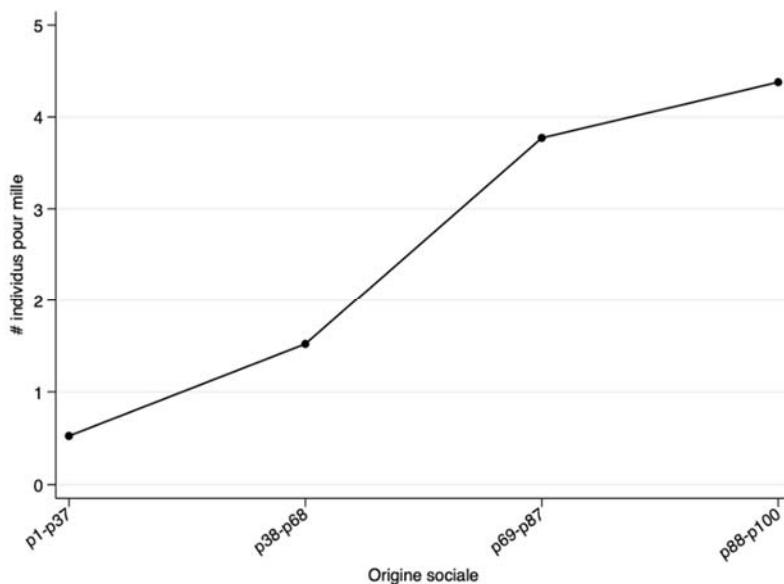
La sous-représentation perdure également pour les meilleurs chercheurs. Nous étudions tour à tour la part des individus qui obtiennent un financement d'une université ou d'un autre établissement d'enseignement supérieur (ENS et École polytechnique incluses) (figure 4) et le taux de publications à la date de l'enquête (figure 5), qui sont une autre manière de mesurer le succès professionnel des chercheurs. En effet, relativement aux docteurs qui n'ont pas publié au moment de l'enquête, ceux qui disposent d'au moins une publication sont davantage issus de milieux favorisés ou très favorisés, comme le montre le gradient des pentes, qui est plus élevé. Toutefois, la figure 4, comme les figures 5 et 6, pourrait ne refléter que l'extraction sociale privilégiée des docteurs en général. Afin de vérifier si ces disparités persistent à niveau de performance scolaire égal, il convient de restreindre le champ à la population des docteurs, comme nous le faisons dans la partie 1.2.4. de ce *Focus*.

Figure 3. Chercheurs, ingénieurs et docteurs au sommet de la distribution des revenus selon leur origine sociale



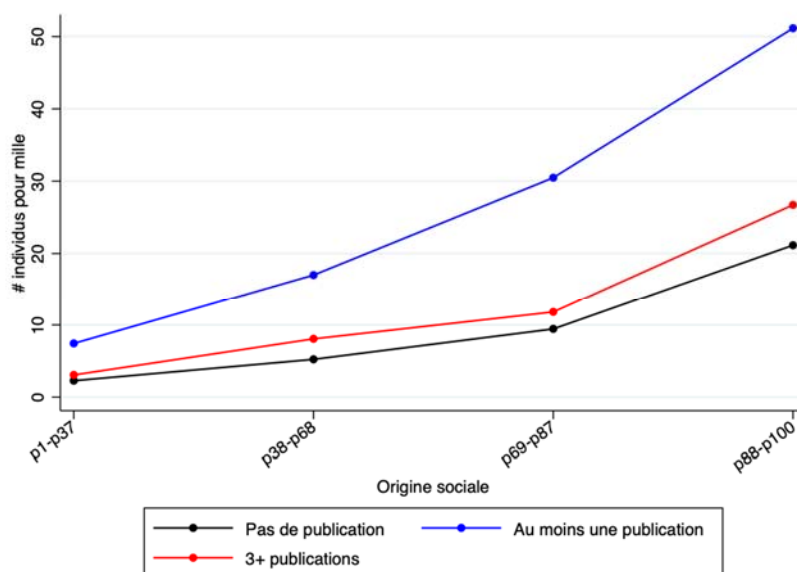
Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure 4. Part des individus qui obtiennent un financement d'une université ou d'un autre établissement d'enseignement supérieur (ENS et X inclus)



Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

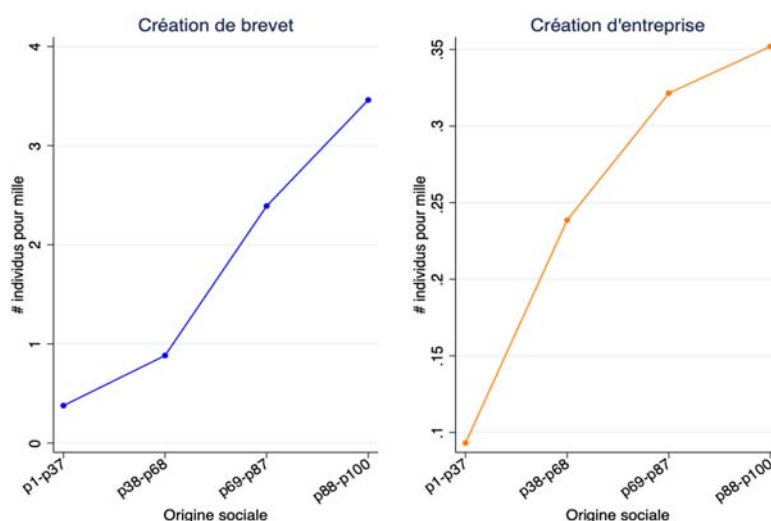
Figure 5. Taux de publications dans des revues scientifiques selon l'origine sociale



Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

À partir de l'enquête 2016 sur la génération 2013, le module « thèse » de l'enquête pose la question de savoir si la thèse a conduit à la création d'un brevet ou d'une entreprise. Nous utilisons dès lors cette variable pour identifier les inventeurs et les entrepreneurs, bien que cette information n'existe que pour la population des docteurs (et non la population entière). La figure 6 montre le nombre d'individus (pour mille) ayant contribué à créer un brevet ou une entreprise à l'issue ou au cours de leur thèse selon l'origine sociale (la figure A4 en annexe reproduit ces calculs selon le niveau d'études des parents). Nous constatons une nouvelle fois que la capacité à innover est fortement corrélée à l'origine sociale, les créateurs de brevet ou d'entreprise provenant bien plus souvent de milieux favorisés à très favorisés. Elle est également corrélée au niveau d'études des parents, comme le montre la figure A4, bien que non linéairement puisque la part la plus faible de créateurs de brevets ou d'entreprises correspond aux individus dont le plus haut niveau d'études des parents est le Baccalauréat. Toutefois, à l'instar des figures 4 et 5, cette corrélation positive pourrait uniquement refléter l'extraction sociale privilégiée des docteurs (voir partie 1.2.4.).

Figure 6. Part des individus dont la thèse a contribué à la création de brevet ou d'entreprise



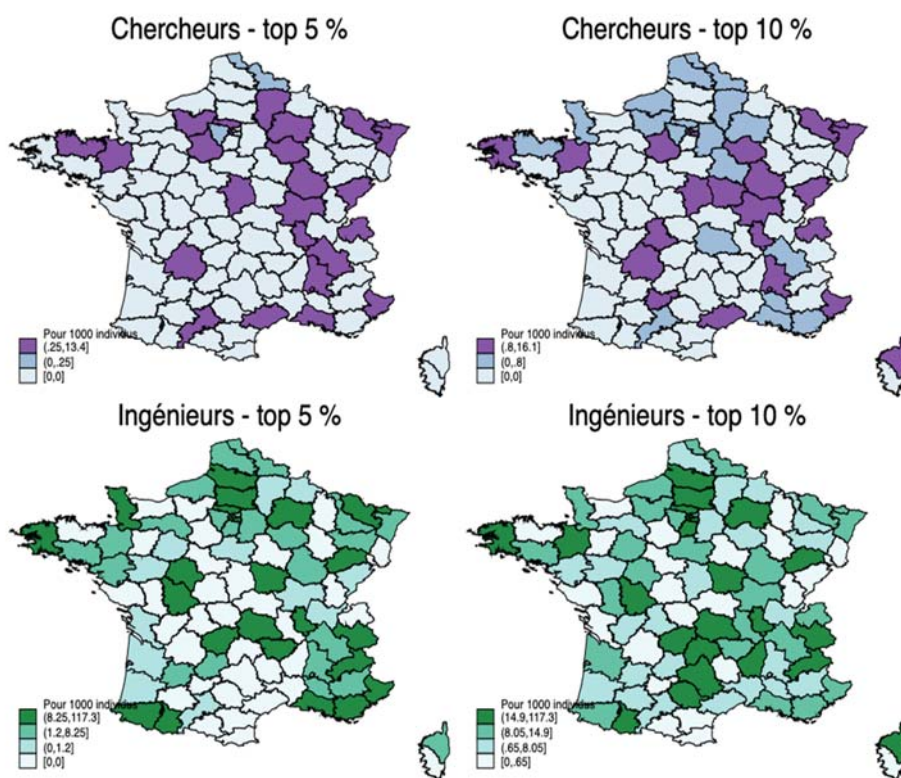
Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

1.2.2. En fonction du territoire d'origine

Les disparités dans l'accès aux carrières de l'innovation en fonction de l'origine sociale se retrouvent également au niveau géographique : la probabilité de devenir chercheur ou ingénieur varie en effet substantiellement entre départements. Nous calculons tout d'abord le taux de chercheurs et d'ingénieurs dont le salaire net mensuel appartient au top 5 % et au top 10 % de la distribution des revenus telle que présente dans nos données en fonction du département de France métropolitaine où ils étaient scolarisés en classe de sixième (qui est un proxy du département d'origine). Nous obtenons ainsi les cartes qui apparaissent dans la figure 7. Les chercheurs semblent davantage provenir de l'Est de la France, tandis que l'origine des ingénieurs est plus répartie géographiquement. Globalement, les départements les moins représentés sont ceux du centre de la France, en particulier pour les chercheurs.

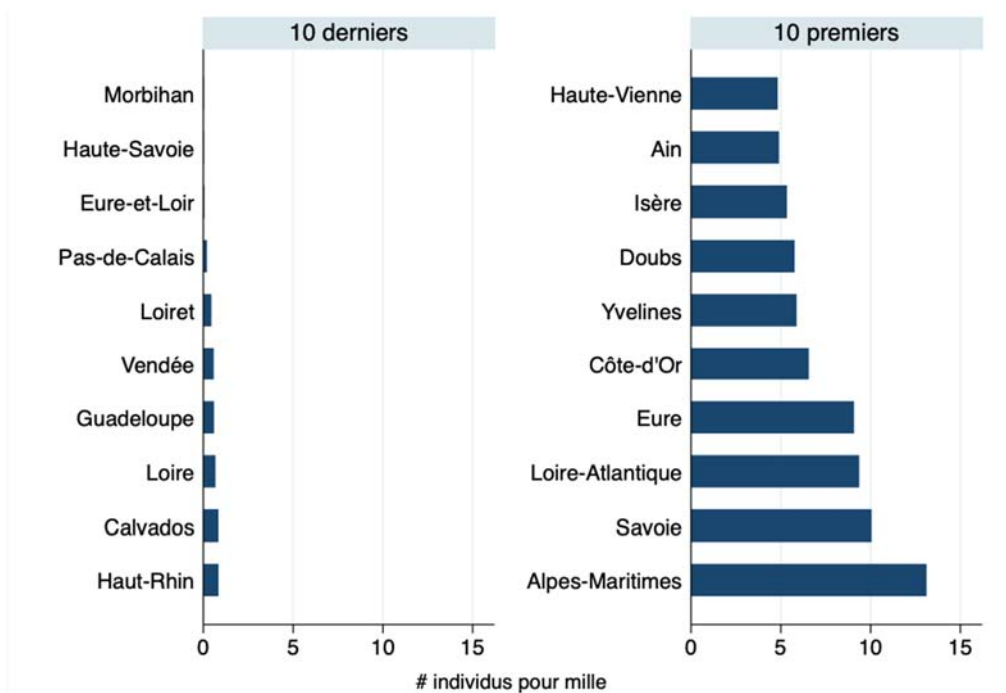
Afin de réduire la volatilité des réponses d'une cohorte à l'autre, nous utilisons une approche Bayésienne (*Bayesian shrinkage*). Elle consiste à quantifier la variance de l'erreur de mesure ou bruit entre les variables mesurées entre deux années d'interrogation successives (ici, entre l'enquête 2013 sur la génération 2010, et l'enquête 2016 sur la génération 2013). La méthode permet d'ajuster les variables afin d'éliminer le biais dû à ces erreurs de mesures, ce qui permet de s'assurer que les différences observées entre départements ne proviennent pas du bruit statistique. Nous obtenons ainsi un classement des départements en fonction du taux de chercheurs et d'ingénieurs titulaires d'une thèse (figure 8). Les disparités sont importantes, avec des départements où jusqu'à 13 % des enquêtés d'une cohorte qui en sont originaires ont entamé une carrière dans la recherche ou l'ingénierie, contre d'autres dans lesquels quasiment aucun élève ne s'est orienté vers de telles carrières.

Figure 7. Taux de chercheurs et d'ingénieurs selon le département d'origine



Sources : Enquête 2016 sur la Génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure 8. Classement des départements selon la part des individus qui deviennent ingénieurs ou chercheurs et sont titulaires d'une thèse

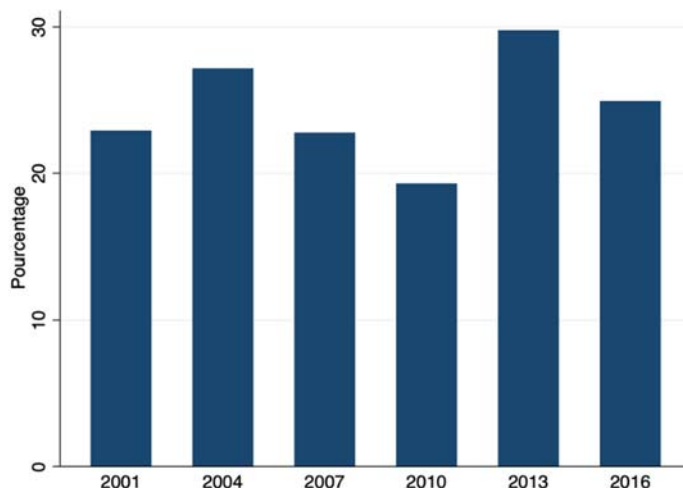


Méthode : Bayesian shrinkage.

Sources : Enquêtes 2016 sur la génération 2013 et 2013 sur la génération 2010 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

1.2.3. En fonction du genre

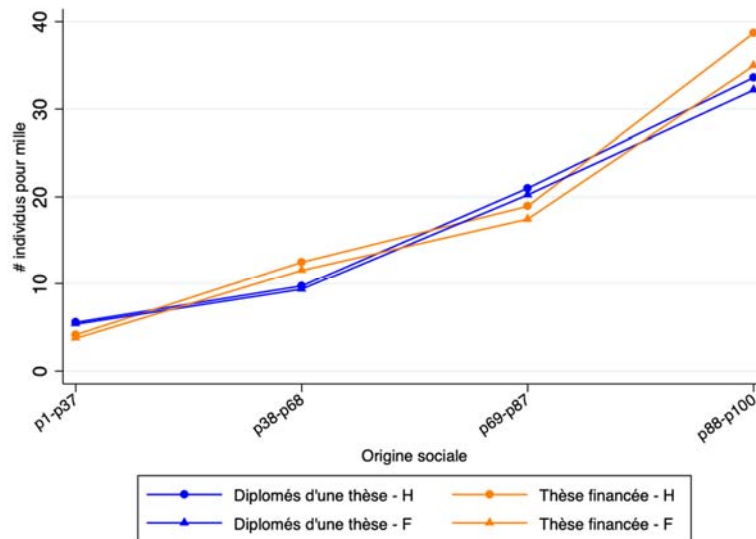
Figure 9. Évolution de la part des femmes parmi les ingénieurs entre cohortes



Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Le genre est une autre dimension importante des disparités relevées en termes d'accès aux carrières de l'innovation. D'après nos estimations, à origine sociale donnée, les femmes se destinent globalement moins à devenir innovatrices (chercheuses, ingénieures, docteures...) que les hommes. Comme nous pouvons le constater sur la figure 9, la part des femmes parmi les ingénieurs ne progresse que très faiblement au cours du temps : elle est passée de 22 % en 2001 (génération 1998) à 25 % en 2016 (génération 2013), malgré quelques fluctuations. On remarque toutefois que la proportion de docteurs est relativement équilibrée du point de vue du genre (figure 10) : le critère le plus déterminant des disparités est ici l'origine sociale.

Figure 10. Origine sociale et genre des individus diplômés d'une thèse

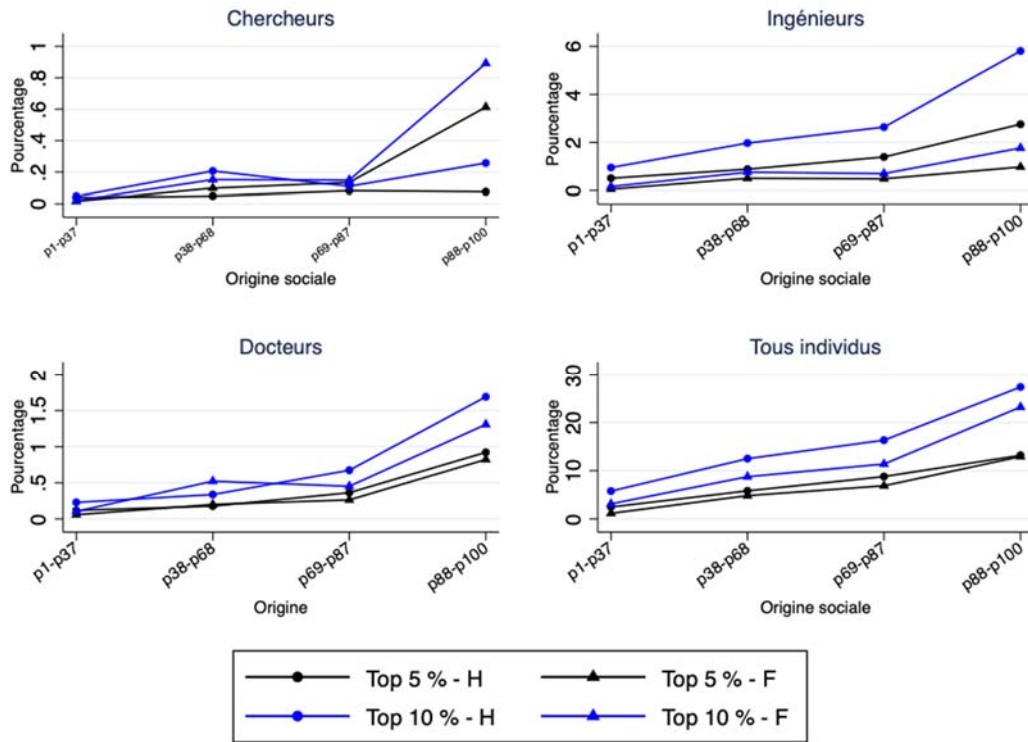


Sources : Enquête 2016 sur la Génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Il est intéressant de se demander si ces disparités existent lorsque l'on se focalise sur les proxys les plus sélectifs. Pour reprendre les distinctions opérées dans la partie 1.2.1., nous comparons les taux de chercheurs, ingénieurs et docteurs appartenant au top 5 et au top 10 % de la distribution des revenus dans nos données en fonction de leur genre. Le constat bien établi selon lequel les salaires des femmes sont inférieurs à ceux des hommes est vérifié dans notre contexte, puisque le nombre de femmes ingénieures et docteuses dont le salaire se situe dans le top 5 ou 10 % est plus faible que le nombre d'hommes dans cette situation. On remarque que ce n'est pas tout à fait le cas dans notre échantillon pour les chercheurs provenant de milieux très favorisés : dans ce sous-groupe, les femmes sont plus nombreuses à appartenir au top 5 et au top 10 % de la distribution des revenus. Plus généralement, pour les carrières de l'innovation, l'effet du genre semble s'accroître à mesure que l'on progresse dans la distribution des revenus, avec des taux d'accès pour les hommes et les femmes qui sont plus proches lorsqu'ils proviennent de milieux moins favorisés. Si l'on considère tous les individus les mieux rémunérés, cette dernière observation est moins vérifiée, mais l'on observe aussi que les disparités de genre sont moins marquées pour les plus hauts salaires (ceux du top 5 %, comparé à ceux du top 10 %).

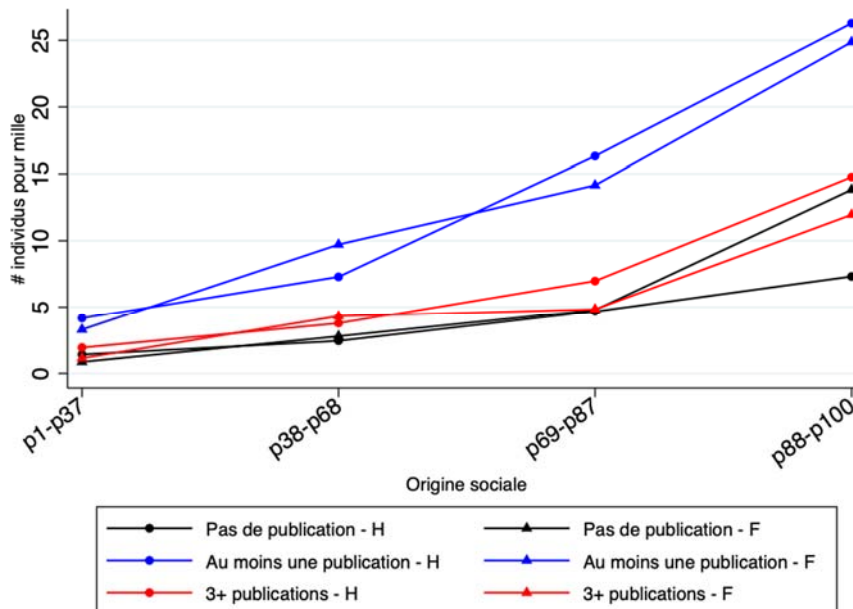
Une autre manière de se pencher sur ces inégalités d'accès aux carrières de l'innovation consiste à comparer les taux de publications scientifiques en fonction du genre (voir également Schucan Bird, 2011). Là encore, comme le montre la figure 12, le taux de docteurs ayant publié au moins un article dans une revue académique est inférieur à celui des hommes dans la même situation. Ce résultat est d'autant plus vrai pour les femmes issues de milieux sociaux favorisés et très favorisés.

Figure 11. Chercheurs, ingénieurs et docteurs au sommet de la distribution des revenus selon leur origine sociale et du sexe



Sources : Enquête 2016 sur la Génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure 12. Taux de publications dans des revues scientifiques des docteurs selon l'origine sociale et le sexe



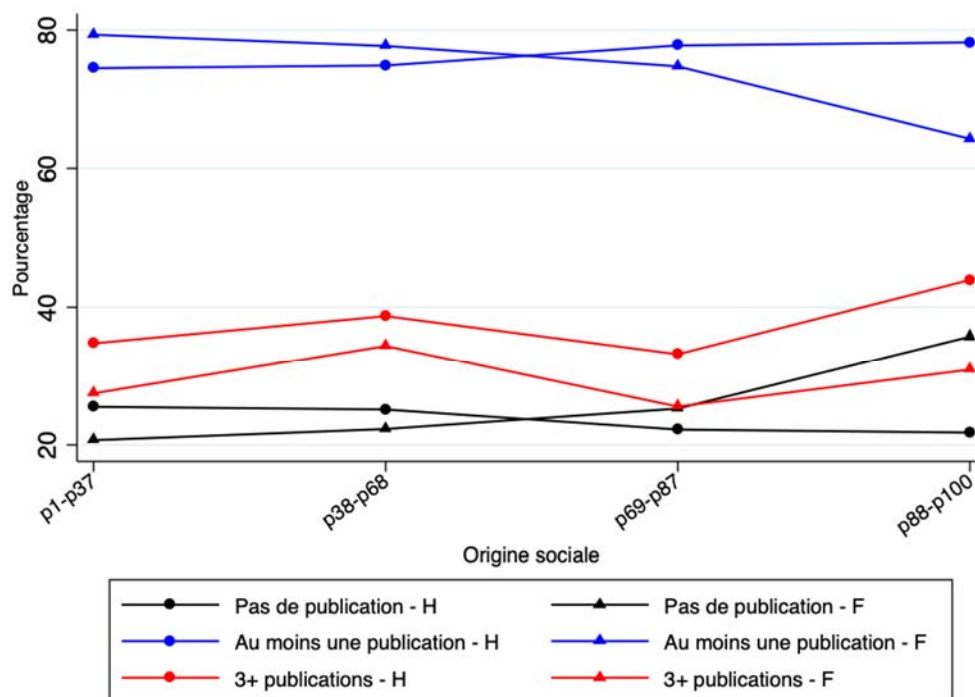
Champ : Population totale.

Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

1.2.4. Ces disparités s'estompent au sein de la population de docteurs

Jusqu'à présent, les comparaisons que nous avons présentées étaient systématiquement effectuées à partir de la population française totale. En restreignant le champ de l'analyse à la population des docteurs, pour qui l'on a des informations détaillées sur l'obtention du financement pour la bourse de thèse, la création de brevet ou d'entreprise, ou encore le nombre de publications réalisées, il est possible de vérifier si les disparités observées persistent pour les individus ayant déjà accédé à un doctorat. Dans la figure 13, on reproduit le graphique précédent sur les taux de publications dans des revues scientifiques en fonction de l'origine sociale et du genre, au sein de la population des docteurs. On voit que le gradient des pentes a considérablement diminué, c'est-à-dire que l'effet de l'origine sociale joue principalement pour l'accès au doctorat. Le taux de publications reste positivement corrélé au milieu social pour les hommes, mais beaucoup moins pour les femmes. Quant à la création de brevet ou d'entreprise, comme le montre la figure 14, le profil de la relation avec l'origine sociale est beaucoup plus plat une fois que l'on se concentre sur la population des docteurs. La figure A5 en annexe reproduit ces calculs en fonction du niveau d'études des parents au lieu de l'origine sociale. Le profil de la relation est généralement plat, sauf pour les jeunes docteurs ayant créé un brevet, pour lesquels les parents sont plus souvent diplômés du supérieur (niveau Bac+2, +3 et +4).

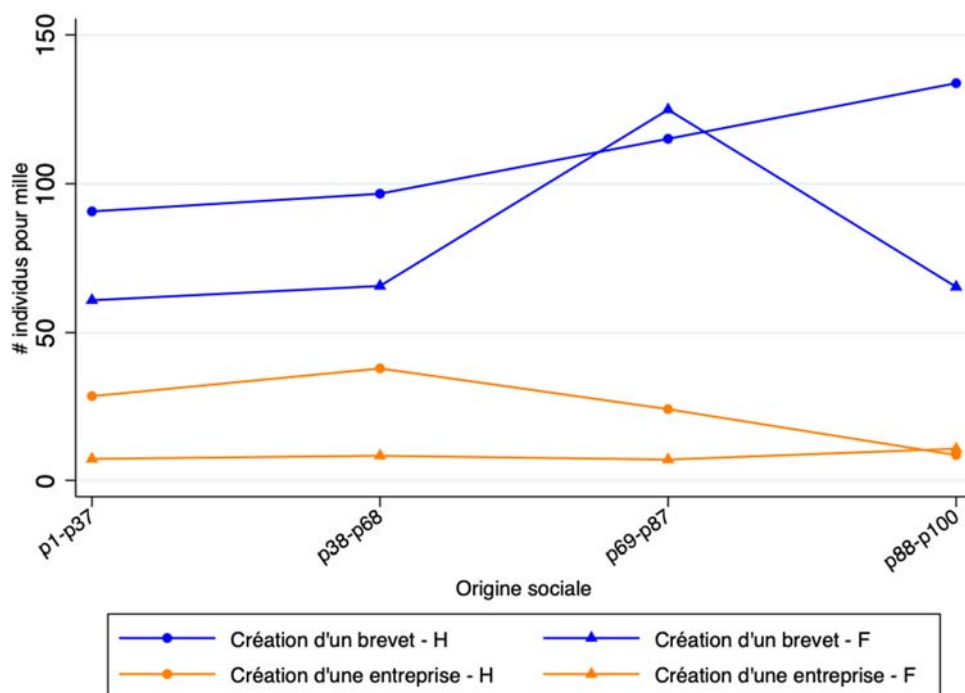
Figure 13. Taux de publications dans des revues scientifiques parmi la population des docteurs selon l'origine sociale et le sexe



Champ : Population des docteurs.

Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure 14. Part des individus diplômés d'une thèse ayant participé à la création de brevet ou d'entreprise



Champ : Population des docteurs.

Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

2. Chiffrage macroéconomique

L'analyse de la section 1 montre de grandes disparités dans l'accès aux carrières de l'innovation selon les milieux. Si les femmes et les individus issus de milieux modestes avaient un taux d'innovation similaire aux garçons de milieux favorisés, nous estimons qu'il y aurait 2,84 fois plus de chercheurs et ingénieurs titulaires d'une thèse en France qu'actuellement. Ce chiffre illustre de manière très simple le fort potentiel de politiques d'innovation par tous, mais il ne prend pas en compte d'éventuels effets d'équilibre général ni la capacité des politiques publiques à contrer l'influence du milieu dans les choix de carrière.

Dans cette section, nous proposons un chiffrage macroéconomique en équilibre général d'une politique d'innovation par tous « réaliste », c'est-à-dire fondée sur les résultats d'une expérience randomisée montrant qu'il est possible d'orienter les jeunes dans leurs choix de carrière (cf. section 2.1.4). Pour ce faire, nous développons un modèle de croissance endogène que nous calibrons pour la France (qui s'appuie sur les résultats de Einio *et al.*, 2022).

Nous retenons d'abord des hypothèses simplificatrices pour montrer comment résoudre analytiquement le modèle (section 2.1.1). Par la suite, nous prenons une distribution Pareto des capacités d'innovation, qui reflète la distribution des performances des innovateurs observée empiriquement (voir Bell *et al.*, 2019a), et nous effectuons des simulations (section 2.1.2). L'étalonnage est présenté en section 2.1.3, les politiques expérimentales en section 2.1.4 et les résultats en section 2.2. Les simulations montrent qu'une politique « réaliste » attirant les femmes dans les métiers de l'innovation augmenterait le taux de croissance de la productivité du travail de 0,10 à 0,20 point de pourcentage chaque année à l'état stationnaire, soit 5 milliards d'euros supplémentaires par an pour l'économie française (section 2.2). En éliminant toutes barrières à l'entrée pour les femmes, la croissance à l'état stationnaire augmenterait de 0,64 point. Les effets sur la productivité seraient plus importants en considérant également les jeunes issus de milieux sociaux ou territoires défavorisés.

2.1. Méthodologie

2.1.1. Modèle

Nous présentons un modèle de croissance endogène et ses implications sur la croissance de long terme de la productivité. Le modèle de base fait suite aux modèles de Romer (1990). Nous prenons un agent représentatif avec les préférences suivantes⁽³⁾ :

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} \log(C(t)) dt,$$

où

$$C(t) = \left(\int_0^{N(t)} c(v, t)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dv \right)^{\epsilon/(\epsilon-1)}.$$

L'agent représentatif maximise sa fonction d'utilité anticipée sur toute sa vie au taux d'intérêt r . Les entrepreneurs inventent de nouvelles variétés, reçoivent des brevets perpétuels et produisent une variété de produits avec la fonction de production suivante :

$$y(v, t) = l(v, t).$$

La production issue de la recherche prend cette forme

$$\dot{N}(t) = \eta N(t) L_R(t),$$

où η est la productivité issue de la recherche de tous les individus et L_R est la quantité de travail allouée à la recherche plutôt qu'à la production. La main-d'œuvre est entièrement affectée entre la production et la recherche, de sorte que le marché du travail est à l'équilibre au taux de rémunération $w(t)$:

$$\int_0^{N(t)} l(v, t) dv + L_R(t) \leq L.$$

Résolution du modèle. Tout au long du sentier de croissance équilibrée, où le taux de croissance, le salaire, le taux d'intérêt et le travail alloué à la recherche sont tous constants, la main-d'œuvre est allouée entre recherche et production avec :

- un équilibre intertemporel de la forme d'une équation d'Euler ;
- des incitations pour les choix de carrières (entrepreneuriat/recherche ou production) se matérialisant par des équations d'indifférence.

Ces équations déterminent la répartition de la main-d'œuvre le long du sentier de croissance équilibrée. Une dérivation rapide de l'équilibre peut être obtenue avec les étapes suivantes :

- tout au long du sentier de croissance équilibrée, nous avons un taux d'intérêt d'équilibre r^* ;
- les individus sont indifférents entre choisir la production issue de l'entrepreneuriat et du travail : $\eta N(t) V(t) = w(t)$ où V_t est la valeur actuelle nette des profits par variété ;
- Les bénéfices par période de l'entrepreneuriat sont régis par les préférences des consommateurs et la quantité de main-d'œuvre pour la production (répartis également entre les variétés) :

$$\pi(t) = \frac{1}{\epsilon - 1} \frac{L - L_R(t)}{N(t)} w(t) = \frac{1}{\epsilon - 1} (L - L_R(t)) \eta V(t)$$

où la seconde expression vient des conditions d'indifférence ;

(3) Cette forme en log peut se généraliser en une fonction CRRRA. L'équation d'Euler est alors altérée par l'inverse du paramètre d'aversion au risque : $\frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = \frac{1}{\theta} (r(t) - \rho)$.

- nous obtenons alors l'équation $V(t) = \frac{\pi(t)}{r^*}$, du fait du sentier de croissance équilibrée, et nous pouvons ensuite obtenir $r^* = \frac{\eta}{\epsilon-1}(L - L_R(t))$;
- enfin, nous utilisons toutes les équations pour obtenir l'équation d'Euler assurant l'allocation de la main d'œuvre entrepreneuriale et la croissance des variétés en accord avec les préférences temporelles. Les préférences des ménages sont utilisées pour exprimer une relation entre le taux de croissance de la consommation et celui des variétés satisfaisant $C(t) \sim N(t)^{\frac{1}{\epsilon-1}}$, avec

$$r(t) - \rho = \frac{1}{\epsilon - 1} \frac{\dot{N}(t)}{N(t)}$$

$$\frac{\eta}{\epsilon - 1} (L - L_R(t)) - \rho = \frac{1}{\epsilon - 1} \eta L_R^*$$

$$\frac{\eta}{\epsilon - 1} L - \rho = \frac{2}{\epsilon - 1} \eta L_R^*$$

$$L_R^* = \frac{L}{2} - \frac{\epsilon - 1}{2\eta} \rho$$

Le taux de croissance d'équilibre est alors $g^* = \frac{1}{2} \left(\frac{\eta}{\epsilon-1} L - \rho \right)$.

Barrières dans l'accès aux carrières de l'innovation. Nous appliquons maintenant des barrières à l'innovation à un sous-ensemble d'agents pour modéliser les disparités d'accès aux carrières de l'innovation⁽⁴⁾. Pour le groupe affecté par ces barrières, τ , l'équation d'indifférence pour le choix de carrières est :

$$(1 - \tau)\eta N(t)V(t) = w(t)$$

Productivité de la recherche homogène avec barrières à l'entrée. Lorsque la productivité des agents pour la recherche est homogène, les barrières dans l'accès aux carrières de l'innovation n'ont pas d'effet sur la productivité à l'équilibre. Seuls les agents du groupe non restreint participent à la production de recherche puisque le salaire d'équilibre est supérieur au retour effectif de l'entrepreneur dans le groupe restreint. Mais dès lors que la taille du groupe non restreint est plus grande que L_R^* , il n'y a pas d'impact sur la croissance. Intuitivement, les individus du groupe non restreint peuvent prendre la place du groupe restreint et peuvent produire de nouvelles variétés avec la même productivité.

Productivité de la recherche hétérogène. Nous montrons maintenant que les barrières à l'entrée sont importantes pour la croissance de long terme si la productivité de la recherche est hétérogène. Afin d'obtenir une solution analytique, nous considérons une distribution uniforme des capacités de recherche pour nos agents⁽⁵⁾. Nous supposons que la productivité de la recherche est égale à $\eta\kappa$, où $\kappa \sim U[0,1]$. À l'équilibre, nous avons un seuil $\bar{\kappa}$ en dessous duquel les agents travaillent dans le secteur de la production. Ce qui mène alors à l'équation de croissance des variétés suivante :

$$\frac{\dot{N}(t)}{N(t)} = \eta L \int_{\bar{\kappa}}^1 \kappa f(\kappa) d\kappa = \frac{1 - \bar{\kappa}^2}{2} \eta L.$$

(4) Ces barrières peuvent être modélisées de deux façons. La première approche consiste à modéliser une barrière qui impacte la productivité de la recherche. Les agents économiques affectés par ces barrières sont moins productifs d'un facteur $(1 - \tau)$, ce qui peut être vu comme un manque d'opportunité pour développer leurs compétences ou un manque d'accès à des financements appropriés. La deuxième approche consiste à modéliser les barrières *via* les préférences. Cette approche n'influence pas la productivité conditionnelle à l'entrée dans les métiers de l'innovation, mais une distorsion est créée au moment du choix de carrières. L'agent se comporte dans son choix de carrières comme s'il avait une préférence réduite d'un facteur $(1 - \tau)$ pour les carrières de la recherche/innovation. Cela peut être interprété comme de la discrimination ou des préférences propres à l'agent. Dans les deux cas, l'équation d'indifférence obtenue est la même.

(5) La solution peut être facilement généralisée à d'autres distributions, y compris une distribution de Pareto. Cependant, dans le cas de la distribution de Pareto, le modèle n'a généralement pas de solution analytique. Dans ce cas, l'équation régissant le nombre d'entrepreneurs est un polynôme qui dépend du paramètre de Pareto.

L'agent marginal est indifférent entre le salaire issu du secteur de la production et aux gains de l'entrepreneuriat :

$$\bar{\kappa}\eta N(t)V(t) = w(t),$$

Les profits de monopoles par secteur et par période sont donnés par la quantité de main-d'œuvre dans le secteur de la production :

$$\pi(v, t) = \frac{1}{\epsilon - 1} \frac{\bar{\kappa}L}{N(t)} w(t) = \frac{1}{\epsilon - 1} \bar{\kappa}^2 \eta L V(t).$$

Nous pouvons ainsi obtenir le sentier de croissance équilibré avec son taux d'intérêt

$$V(t) = \frac{\pi(t)}{r^*},$$

$$r^* = \frac{\bar{\kappa}^2 \eta L}{\epsilon - 1}.$$

Ces équations d'équilibres sont ensuite utilisées pour trouver l'équation d'Euler :

$$\frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = r(t) - \rho = \frac{1}{\epsilon - 1} \frac{\dot{N}(t)}{N(t)}$$

$$\frac{\bar{\kappa}^2 \eta L}{\epsilon - 1} - \rho = \frac{1}{\epsilon - 1} \cdot \frac{1 - \bar{\kappa}^2}{2} \eta L.$$

Nous obtenons ainsi le seuil $\bar{\kappa}$ en dessous duquel les agents travaillent dans le secteur de la production

$$\bar{\kappa} = \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2\rho(\epsilon-1)}{3\eta L}} \text{ et le taux de croissance sur le sentier équilibré } g^* = \frac{1}{3} \left(\frac{\eta L}{\epsilon-1} - \rho \right) \text{ (6)}$$

En matière d'inégalité de revenus, les agents travaillant dans le secteur de la production sont rémunérés au salaire en vigueur, w . C'est aussi le cas des entrepreneurs des deux groupes. Les entrepreneurs inframarginaux sont rémunérés à un taux de rémunération relatif à l'entrepreneur marginal donné par $\frac{\kappa}{\bar{\kappa}} w$, où $\bar{\kappa}$ est le seuil d'équilibre. Enfin, la masse salariale est :

$$W = \int_0^{\bar{\kappa}} w f(\kappa) d\kappa + \int_{\bar{\kappa}}^1 \frac{\kappa}{\bar{\kappa}} w f(\kappa) d\kappa$$

$$= w \left(\kappa + \frac{1}{2\bar{\kappa}} - \frac{\bar{\kappa}}{2} \right)$$

$$= \frac{w}{2} \left(\bar{\kappa} + \frac{1}{\bar{\kappa}} \right).$$

Puisque $0 \leq \bar{\kappa} \leq 1$, la masse salariale décroît avec $\bar{\kappa}$:

$$\frac{\partial W}{\partial \bar{\kappa}} = \frac{w}{2} \left(1 - \frac{1}{\bar{\kappa}^2} \right) < 0.$$

Étant donné $\bar{\kappa}_1 = (1 - \tau)\bar{\kappa}_2 < \bar{\kappa}_2$, la distorsion issue des barrières diminue les salaires relatifs du groupe restreint.

Productivité de la recherche hétérogène avec barrières à l'entrée. Nous ajoutons maintenant des barrières à l'entrée issues des préférences⁽⁷⁾. Supposons qu'il existe deux groupes de taille $\frac{L}{2}$. Le groupe 2 subit des

(6) Notez que cette expression est plus faible que le taux de croissance dans le modèle de référence avec une productivité de recherche homogène, mais cela résulte mécaniquement du fait que maintenant la productivité moyenne dans la population est $\frac{\eta}{2}$. Le paramètre de productivité peut être normalisé de sorte que le taux de croissance reste inchangé.

(7) Nous pouvons également résoudre le cas où la barrière affecte la productivité. La solution est similaire à la solution du modèle de productivité de recherche hétérogène de base ci-dessus, mais avec une fonction en escalier représentant la fonction de densité de la distribution des capacités κ .

barrières à l'entrepreneuriat. La distribution des capacités d'innovation sous-jacentes des deux groupes est identique. Nous aurons ainsi deux seuils $\bar{\kappa}_1, \bar{\kappa}_2$ donnant les équations d'indifférences suivantes :

$$\bar{\kappa}_1 \eta N(t) V(t) = w(t),$$

$$(1 - \tau) \bar{\kappa}_1 \eta N(t) V(t) = w(t).$$

Nous retrouvons ainsi $\bar{\kappa}_1 = (1 - \tau) \bar{\kappa}_2$. En d'autres termes, l'agent marginal dans le groupe restreint possède une productivité de recherche supérieure puisqu'il est retreint à taux τ . Le taux global d'innovation prend alors cette forme :

$$\begin{aligned} \frac{\dot{N}}{N} &= \frac{1 - \bar{\kappa}_1^2}{4} \eta L + \frac{1 - \bar{\kappa}_2^2}{4} \eta L \\ &= \frac{\eta L}{2} \left(1 - \frac{1 + (1 - \tau)^2}{2} \bar{\kappa}_2^2 \right). \end{aligned}$$

Le modèle se résout alors analytiquement avec tous les termes exprimés en fonction de $\bar{\kappa}_2$:

$$c(v, t) = l(v, t) = \frac{(\bar{\kappa}_1 + \bar{\kappa}_2)L}{2N(t)} = \frac{(2 - \tau)\bar{\kappa}_2 L}{2N(t)}$$

$$C(t) = \frac{2 - \tau}{2} \bar{\kappa}_2 L N(t)^{\frac{1}{\epsilon - 1}}$$

$$\pi(v, t) = \frac{1}{\epsilon - 1} \frac{(2 - \tau)\bar{\kappa}_2 L}{2N(t)} w(t)$$

$$= \frac{1}{\epsilon - 1} \cdot \frac{(2 - \tau)(1 - \tau)}{2} \bar{\kappa}_2^2 \eta L V(t)$$

$$r^* = \frac{1}{\epsilon - 1} \cdot \frac{(2 - \tau)(1 - \tau)}{2} \bar{\kappa}_2^2 \eta L.$$

Ces équations d'équilibres sont ensuite reprises pour trouver l'équation d'Euler exprimée en $\bar{\kappa}_2$:

$$\frac{1}{\epsilon - 1} \frac{(2 - \tau)(1 - \tau)}{2} \bar{\kappa}_2^2 \eta L - \rho = \frac{1}{\epsilon - 1} \cdot \frac{\eta L}{2} \left(1 - \frac{1 + (1 - \tau)^2}{2} \bar{\kappa}_2^2 \right)$$

$$\bar{\kappa}_2^2 \left((2 - \tau)(1 - \tau) + \frac{1 + (1 - \tau)^2}{2} \right) = \frac{2\rho(\epsilon - 1)}{\eta L} + 1$$

$$\bar{\kappa}_2^2 = \frac{1 + \frac{2\rho(\epsilon - 1)}{\eta L}}{(3\tau^2 - 8\tau + 6)}.$$

Ainsi, dans ce modèle avec une distribution uniforme de la productivité de recherche, $\eta\kappa$, $\kappa \sim U[0,1]$ et où une moitié d'entrepreneurs, choisis aléatoirement, subissent des barrières à l'entrée, la consommation agrégée au long du sentier de croissance équilibrée croît au taux

$$g^* = \frac{1}{\epsilon - 1} (2 - \tau)(1 - \tau) \cdot \frac{\eta L + 2\rho(\epsilon - 1)}{(3\tau^2 - 8\tau + 6)} - \rho.$$

Des barrières τ élevées diminuent ainsi le taux de croissance, augmentent le nombre d'entrepreneurs dans le groupe non restreint, diminuent le nombre d'entrepreneurs dans le groupe restreint, et créent des

différences de salaires entre les deux groupes. Notons que g^* est égal à la solution sans barrière à l'entrée si $\tau = 0$ et diminue avec τ sur l'intervalle entre 0 et 1. Par conséquent, les barrières à l'entrée réduisent la croissance de long terme. De plus, elles créent de l'inégalité puisqu'une différence de revenu moyen se dégage entre les deux groupes, accentuée par moins d'entrepreneurs infra-marginaux dans le groupe restreint.

2.1.2. Modèle avec distribution Pareto des capacités d'innovation

Afin de quantifier l'impact des barrières à l'entrée sur le taux de croissance à long terme, nous utilisons le modèle de croissance présenté ci-dessus. Un changement clé que nous apportons au modèle analytique présenté est que nous utilisons une distribution de Pareto pour la productivité des innovateurs avec $\alpha = 1,5$, conformément aux données existantes (Bell *et al.*, 2019a).

Dans un modèle d'allocation optimale des talents, les innovateurs/chercheurs les plus productifs choisissent d'entrer dans le secteur de l'innovation : les barrières à l'entrée n'ont un effet que les choix de carrières que pour les individus qui étaient proches de l'indifférence entre les carrières de la science/innovation et d'autres carrières. Néanmoins, la littérature montre que, contrairement au postulat du modèle rationnel standard, les choix dépendent de la sensibilisation aux carrières : du fait de leurs origines sociales ou territoriales, certains individus qui auraient été très productifs dans le domaine de la science/innovation ne se projettent pas dans ces carrières, le phénomène dit des « *Lost Einsteins* » (Bell *et al.*, 2019b).

Pour modéliser ce phénomène de sensibilisation aux carrières de l'innovation, nous introduisons un nouveau paramètre λ suivant une distribution de Bernoulli. Lorsque $\lambda = 0$, l'individu ignore le secteur de l'innovation et n'y entre pas, quelle que soit sa capacité d'innovation.

Dans le reste de l'analyse, nous considérons le cas des femmes comme groupe « sous-représenté » et étudions les effets macroéconomiques.

2.1.3. Étalonnage pour l'économie française

Pour calibrer le modèle sur l'économie française, nous ciblons deux moments macroéconomiques : le taux de croissance à l'état stationnaire de la productivité du travail à 0,90 % ; 0,31 % de la population travaillent dans le secteur de l'innovation. De plus, nous prenons en compte la sous-représentation des femmes dans les secteurs de la science et de l'innovation. Alors que les femmes représentent environ 50 % de la population, leur part dans les carrières de l'innovation et de la science est d'environ 12 % : dans nos données (*cf.* section 1), 0,074 % des femmes travaillent dans le secteur de l'innovation contre 0,55 % des hommes. Nous fixons la distribution du paramètre λ de manière à reproduire ces chiffres.

2.1.4. Simulation d'une politique d'innovation par toutes

Pour la simulation, nous supposons avoir accès à des outils de politique publique pour permettre une augmentation de 30 % la part des femmes parmi les innovateurs, c'est-à-dire passant de 12 à 15 %.

Une telle politique publique semble réaliste compte tenu des estimations empiriques démontrant que les programmes d'informations peuvent augmenter de 50 % le nombre de lycéennes françaises qui se dirigent vers des filières sélectives. Par exemple, Breda *et al.* (2021) évaluent l'effet causal d'un programme de la Fondation L'Oréal qui vise à présenter les carrières de la science. Un ou une scientifique se rend dans les classes pour présenter sa carrière ainsi que les formations scientifiques, notamment les classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs. Évalué dans le cadre d'une expérience randomisée dans 98 lycées en France, le dispositif s'avère très efficace : il permet de fortement augmenter la propension des lycéennes à postuler aux classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, notamment parmi les lycéennes ayant un excellent niveau en mathématiques. Parmi les lycéennes du quartile supérieur de la performance en mathématiques, la fraction postulant en classe préparatoire augmente de 25 à 38 %, soit une hausse de 52 %.

La politique publique que nous simulons revient à sélectionner environ 0,06 % des femmes pour les faire entrer dans les carrières de la science et de l'innovation. Pour illustrer l'importance du ciblage sur les femmes à fort potentiel dans le secteur de l'innovation, nous étudions les effets de politiques ciblées sur les 0,1 % ou 0,05 % supérieurs de la distribution des capacités d'innovation⁽⁸⁾. Une autre approche consisterait à sensibiliser tous les élèves aux carrières de la science. Pour avoir une idée de l'effet maximum sur la productivité, nous considérons également une politique exposant toutes les femmes aux carrières de la science et de l'innovation, c'est-à-dire que la part des femmes parmi les innovateurs augmenterait à 50 % à l'issue de la mise en œuvre de cette politique publique.

2.2. Résultats

Les résultats de nos simulations sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Calibration des effets de politiques d'« innovation par tous » sur la croissance

Politique publique simulée	Part des femmes parmi les innovateurs (en %)	Taux de croissance annuel de la productivité (en %)
Statu quo	12	0,90
30 % de hausse du nombre d'innovatrices parmi les femmes du top 0,1 %	15	1,01
30 % de hausse du nombre d'innovatrices parmi les femmes du top 0,05 %	15	1,07
Sensibilisation complète de toutes les femmes	50	1,54

Source : Calculs des auteurs.

Les résultats des simulations résumés dans le tableau 1 livrent deux enseignements. Premièrement, les gains peuvent être importants. En effet, la croissance économique dépend d'un petit nombre d'innovateurs (< 1 % de la population) et le fait d'attirer ces « innovateurs à haut potentiel », auparavant non exposés à ces carrières, peut avoir un impact fort sur le taux de croissance économique. Deuxièmement, les gains sont très sensibles à la qualité du ciblage de la politique de sensibilisation aux carrières de la science et de l'innovation, puisque les effets les plus importants sont obtenus en attirant les « innovateurs à haut potentiel » du groupe sous-représenté. Selon la simulation avec nos paramètres de référence (ligne 3 du tableau 1), une stratégie pour mobiliser les talents aurait le potentiel d'augmenter la croissance économique de l'ordre de 0,2 point, soit 5 milliards d'euros supplémentaires chaque année. En effet, le taux de croissance annuel de la productivité augmenterait de 0,90 % (statu quo, ligne 1 du tableau 1) à 1,07 % (ligne 3), soit une hausse de la croissance annuelle de 0,17 point. Avec une politique publique moins ciblée, touchant le top 0,1 % plutôt que le top 0,05 %, la hausse de la croissance annuelle serait de 0,11 point (ligne 2). Dans le cas d'une sensibilisation complète de toutes les femmes aux carrières de la science et de l'innovation, la croissance de la productivité s'élèverait à 1,54 %, soit une hausse de la croissance annuelle de 0,64 point (ligne 4).

Ces résultats montrent que l'enjeu macroéconomique de politiques d'innovation par tous est important. Notre simulation illustre l'importance de l'enjeu en se focalisant sur le cas des femmes, mais les effets sur la productivité seraient encore plus élevés avec des politiques publiques touchant les individus issus d'un milieu social ou d'un territoire ne favorisant pas les carrières de la science et de l'innovation (cf. section 1).

(8) En pratique, on peut imaginer cibler les élèves et étudiants les plus prometteurs en fonction de leurs résultats scolaires.

3. Principaux axes d'une stratégie nationale d'innovation par tous

La *Note du CAE* à laquelle ce *Focus* est associé décrit plusieurs dispositifs qui devraient être utilisés pour mettre en œuvre une stratégie d'innovation par tous (Guadalupe *et al.*, 2022). Cette stratégie reposerait sur quatre piliers :

- mobiliser le monde associatif, en facilitant les interventions des associations au lycée et au collège pour faire découvrir les métiers d'avenir et notamment les carrières de la science et de l'innovation ;
- favoriser la participation des entreprises avec des incitations fiscales pour le mentorat, les stages et l'accompagnement des jeunes ;
- diffuser rapidement à l'échelle nationale des initiatives déjà existantes portant sur l'aide à l'orientation ;
- lancer des initiatives à forte visibilité médiatique afin de mobiliser les médias comme relais de la stratégie nationale d'innovation par tous.

À terme, la stratégie nationale d'innovation par tous devrait être intégrée au sein de la politique d'orientation de l'Éducation nationale. Les dispositifs mentionnés ci-dessus devraient tous être mobilisés de concert et devraient cibler en priorité les jeunes filles et les élèves du réseau d'éducation prioritaire renforcé, lequel représente près de 250 000 jeunes. La stratégie nationale d'innovation par tous devrait être guidée par des objectifs de long terme ambitieux, par exemple atteindre la parité et l'égalité territoriale dans les filières scientifiques, notamment dans les grandes écoles d'ingénieurs et leurs classes préparatoires, à horizon dix ans.

En outre, la stratégie d'innovation par tous devrait prendre une dimension internationale. De nombreux jeunes de pays à faibles revenus ne réalisent pas leur potentiel en raison de divers obstacles, notamment le manque de financements. Par exemple, Agarwal et Gaule (2020) constatent que les adolescents obtenant de bons résultats aux Olympiades internationales de mathématiques, un concours mondial de mathématiques, sont beaucoup moins susceptibles de poursuivre des études doctorales que d'autres participants obtenant des scores équivalents mais issus de pays à hauts revenus. En conséquence, les politiques d'immigration ou les opportunités de financement (par exemple, des bourses) organisés par des pays comme la France, à destination de jeunes à hauts potentiels issus de pays à faibles revenus, pourraient avoir des implications importantes pour l'innovation et la productivité. Par exemple, Agarwal *et al.* (2021) estiment que la production scientifique mondiale des générations futures pourrait être jusqu'à 42 % plus élevée si les jeunes talentueux du monde entier avaient les mêmes chances de développer leurs capacités que ceux des pays à hauts revenus. La France pourrait jouer un rôle essentiel en structurant une politique mondiale d'innovation par tous, avec un système de bourses et une politique d'immigration dédiée.

Références bibliographiques

Agarwal R., I. Ganguli, P. Gaule et G. Smith (2021) : « Why US Immigration Barriers Matter for the Global Advancement of Science », *IZA DP*, n° 14016.

Agarwal R. et P. Gaule (2020) : « Invisible Geniuses: Could the Knowledge Frontier Advance faster? », *American Economic Review: Insights*, vol. 2, n° 4, pp. 409-24.

Bell A., R. Chetty, X. Jaravel, N. Petkova et J. Van Reenen (2019a) : « Do Tax Cuts Produce More Einsteins? The Impacts of Financial Incentives versus Exposure to Innovation on the Supply of Inventors », *Journal of the European Economic Association*, vol. 17, n° 3, pp. 651–677

Bell A., R. Chetty, X. Jaravel, N. Petkova et J. Van Reenen (2019b) : « Who Becomes an Inventor in America? The Importance of Exposure to Innovation », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 134, n° 2, pp. 647-713.

Breda T., J. Grenet, M. Monnet et C. Van Effenterre (2021) : « Do Female Role Models Reduce the Gender Gap in Science? Evidence from French High Schools », *IZA DP*, n° 13163.

Einiö E., J. Feng et X. Jaravel (2022) : « Social Push and the Direction of Innovation », *Academy of Management Proceedings*, vol. 2021, n° 1.

Guadalupe M., X. Jaravel, D. Sraer et T. Philippon (2022) : « Cap sur le capital humain pour renouer avec la croissance de la productivité », *Note du Conseil d'analyse économique*, n° 75, septembre.

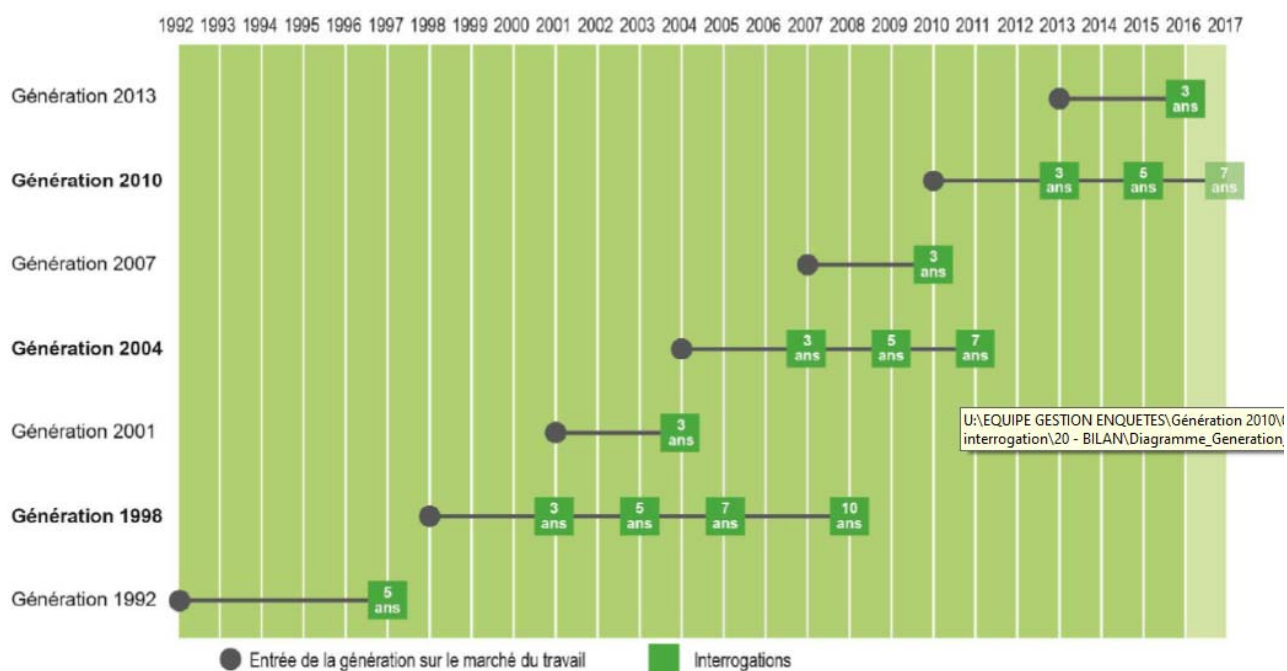
Lemistre P. (2017) : « Déclassements et reclassements selon le diplôme et l'origine sociale », *CÉREQ Working Paper*, n° 4, juillet.

Romer P.M. (1990) : « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, pp. 71-102.

Schucan Bird K. (2011) : « Do Women Publish Fewer Journal Articles than Men? Sex Differences in Publication Productivity in the Social Sciences », *British Journal of Sociology of Education*, vol. 32, n° 6, pp. 921-937.

ANNEXE

Figure 1. Enchaînement des enquêtes génération



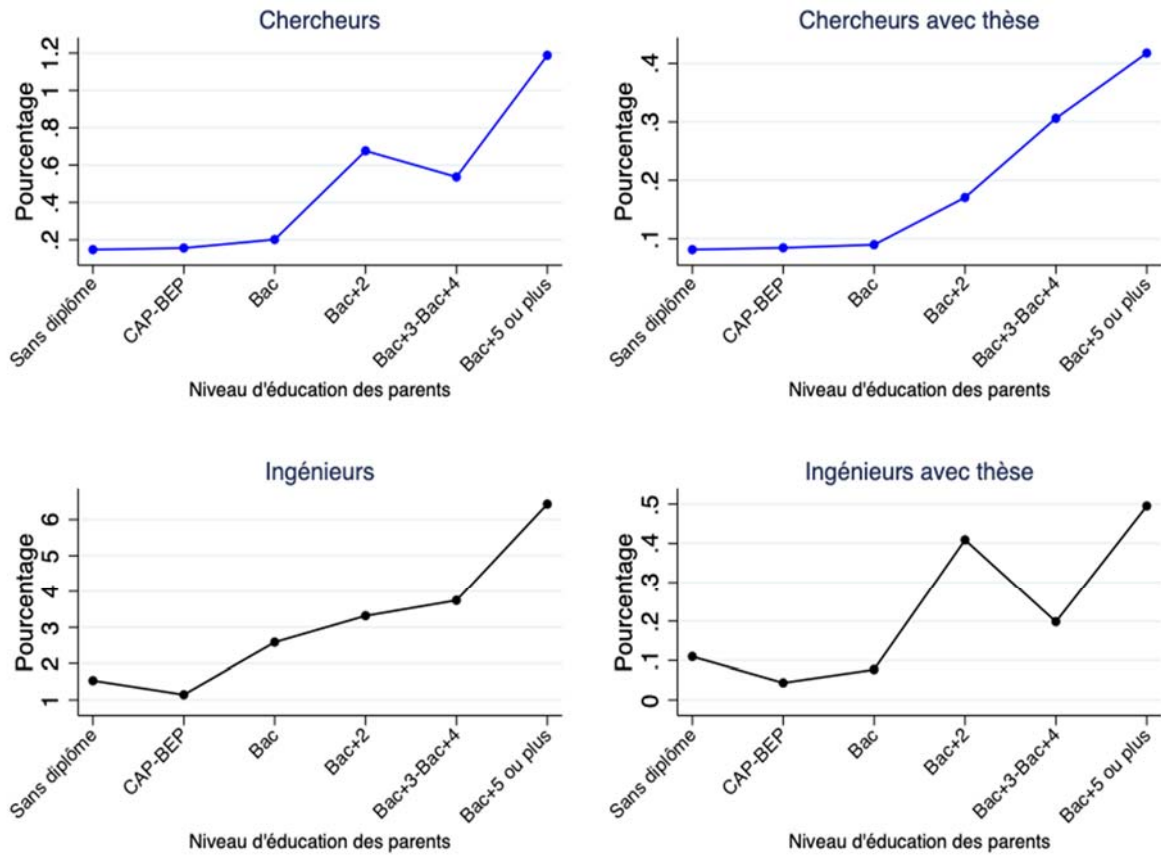
Source : Dictionnaire des variables de l'enquête

Figure 2. Nombre de répondants à la première interrogation

	Année de la première interrogation (trois après la sortie)	Nombre de répondants
« Génération 1992 »	1997	26 000
« Génération 1998 »	2001	55 000
« Génération 2001 »	2004	25 000
« Génération 2004 »	2007	65 000
« Génération 2007 »	2010	29 000
« Génération 2010 »	2013	38 000
« Génération 2013 »	2016	22 700

Source : Dictionnaire des variables de l'enquête.

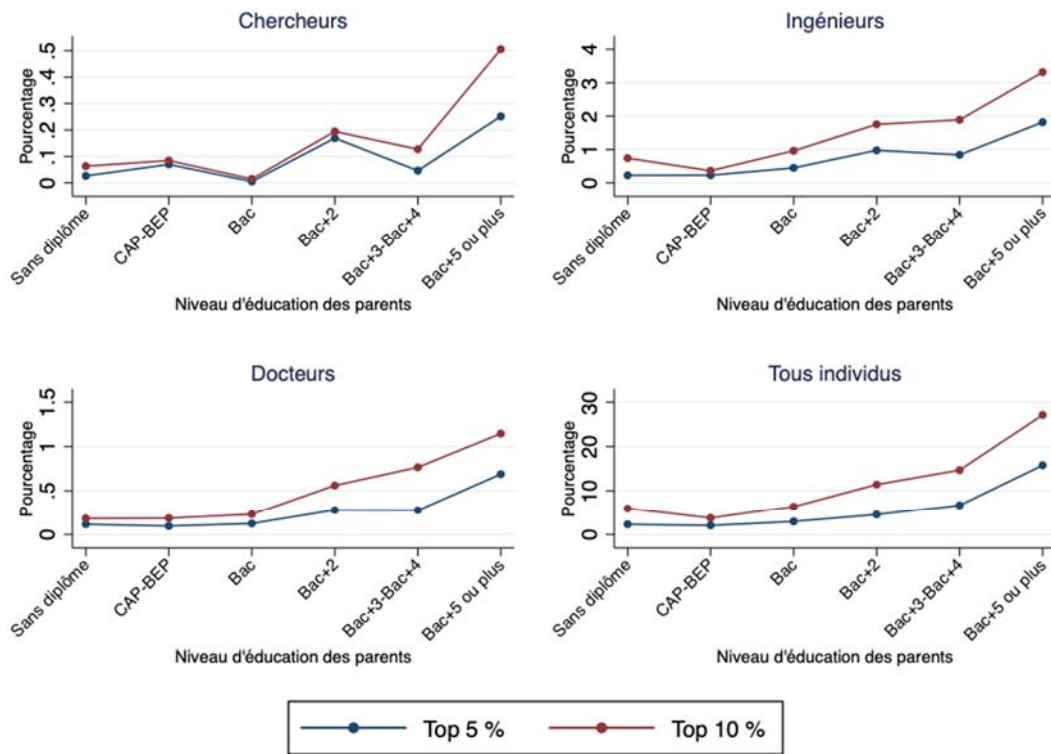
Figure A1. Part des individus qui deviennent chercheurs ou ingénieurs (avec ou sans thèse) selon le niveau d'études des parents



Lecture : La proportion d'individus correspondant à chaque catégorie de niveau d'éducation des parents est relativement équilibrée. Dans la génération 2013, 15 % des individus de l'échantillon ont des parents sans diplôme, 22 % ont des parents dont le plus haut niveau d'études correspond au CAP ou au BEP, 18 % au Baccalauréat, 14 % à un niveau Bac+2, 13 % à un niveau Bac+3 ou Bac+4, et enfin 18 % des individus ont au moins un parent dont le niveau d'études équivaut à un Bac+5 ou plus.

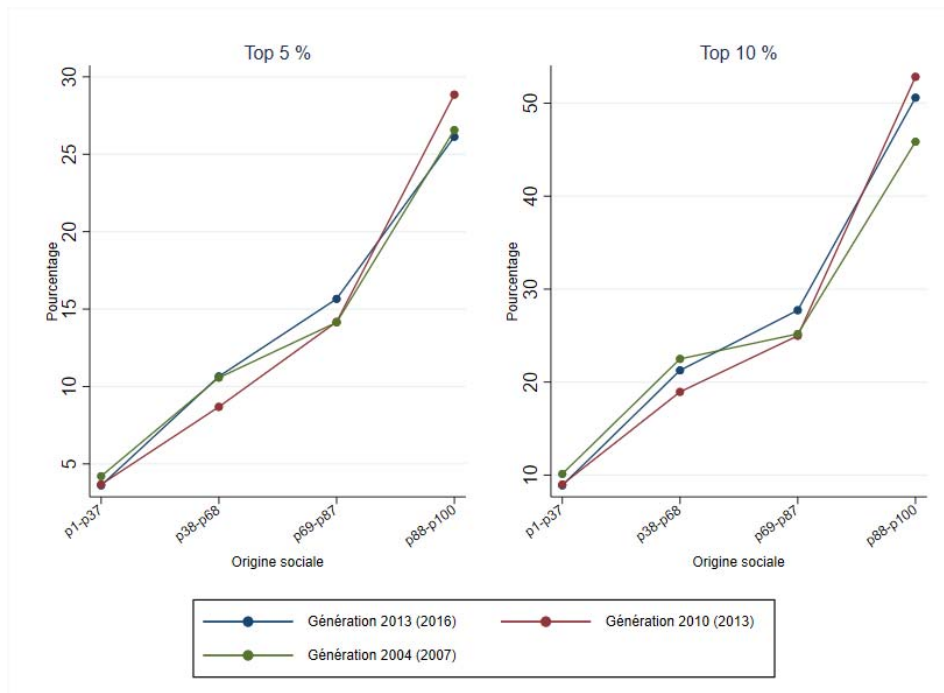
Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure A2. Chercheurs, ingénieurs et docteurs au sommet de la distribution des revenus selon le niveau d'études des parents



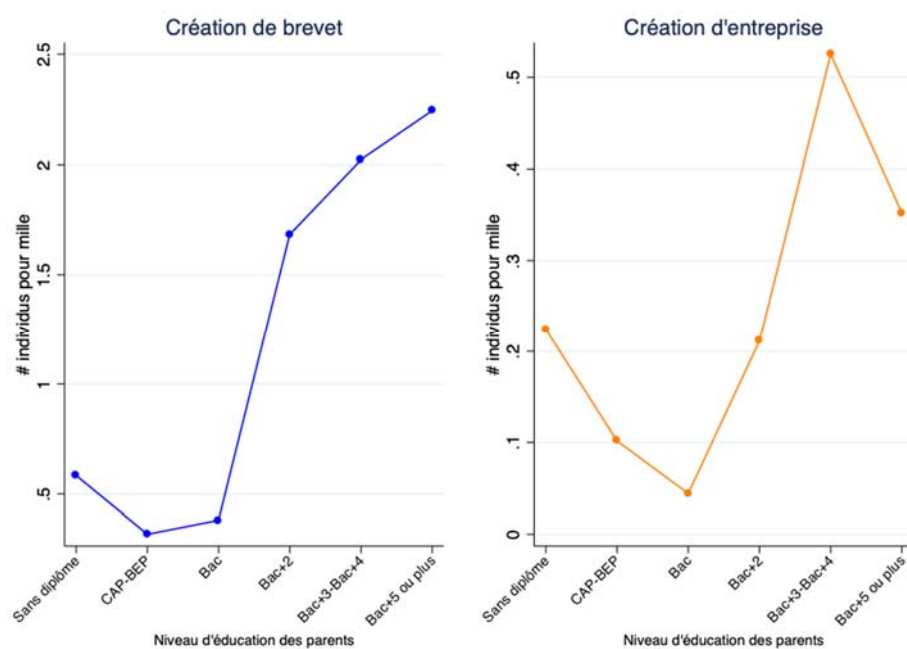
Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure A3. Évolution de la part des individus au sommet de la distribution des revenus entre cohortes



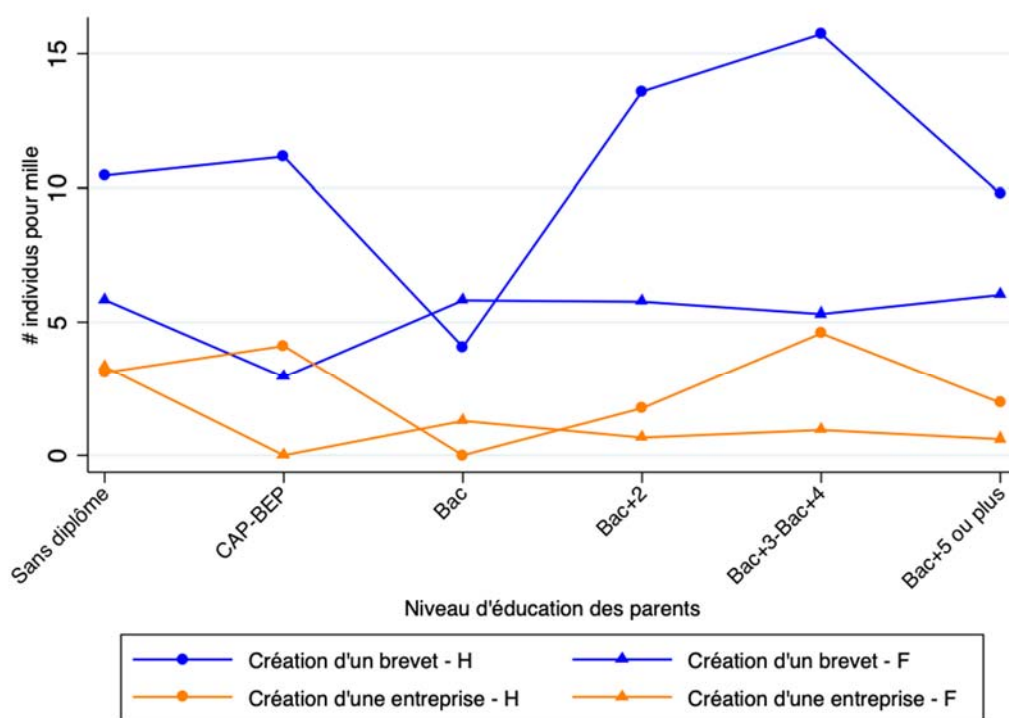
Sources : Enquêtes 2016, 2013 et 2007 sur les générations 2013, 2010 et 2004 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure A4. Part des individus dont la thèse a contribué à la création de brevet ou d'entreprise selon le niveau d'éducation des parents



Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.

Figure A5. Part des individus diplômés d'une thèse ayant participé à la création de brevet ou d'entreprise selon le niveau d'éducation des parents



Champ : Population des docteurs.

Sources : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs.